

声道の共鳴特性・共振点，曲のテンポ及び歌詞の特徴量を機械学習に応用した“ヒット曲”の特徴分析

吉田 健太[†] 大槻 明[†]

日本大学[†]

1 はじめに

音楽産業における消費者のニーズが多様化し、デジタル化が急速に進展している中で、より多くの消費者に支持されるヒット曲を生み出すための音楽のマーケティングが求められている。しかし、音楽のビジネスや楽曲自体に関する研究は、未だに定量的なものは少ない[1-4]。

そこで本研究では、ヒットする曲にはどのような特徴があり、その特徴は音楽産業の変化に合わせてどのように変化してきたのか、その要因をボーカルの特徴・曲のテンポ・歌詞の特徴という定量的な3つのアプローチで明らかにする。様々な要因から定量的なヒット要因を抽出することが出来れば、音楽産業における効果的なマーケティングを提案できると考える。

2 提案コンセプト

2.1 研究に使用する“ヒット曲”の選曲方法

本研究に使用するヒット曲の選曲には、「billboard JAPAN Hot100 年間チャート¹」を使用する。このチャートの上位の曲から順に選曲を行い、そのうち日本レコード協会の定める認定制度²の基準を満たしている10曲を、順に「ヒット曲」と定義し分析を行うこととする。また本研究では、簡素化のため、年間チャートを3年ごとに抜き出して分析を行い（対象：2021年、2018年、2015年、2012年、2009年）、海外アーティストの曲は選曲対象外とする。以上の選曲方法と定義を踏まえて、本研究で分析対象となる曲は表1に示す通りである。

表1 分析対象楽曲一覧

	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	第6位	第7位	第8位	第9位	第10位
2021年	『ドライブフラワー』 倭里	『夜に駆ける』 YOASOBI	『炎』 LiSA	『怪物』 YOASOBI	『うっせえわ』 Ado	『群青』 YOASOBI	『虹』 菅田将暉	『廻廻奇譚』 Eve	『勿忘』 Awesome City Club	『Step and a step』 NiziU
2018年	『Lemon』 米津玄師	『U.S.A.』 DA PUMP	『ガラスを割れ!』 榊坂46	『打上花火』 DAOKO × 米津玄師	『ドラえもん』 星野源	『シンクロシティ』 乃木坂46	『ジコチューで行こう!』 乃木坂46	『さよならエレジー』 菅田将暉	『Teacher Teacher』 AKB48	『アンビバレント』 榊坂46
2015年	『R.Y.U.S.E.I.』 三代目 J Soul Brothers from EXILE TRIBE	『Sakura』 嵐	『愛を叫べ』 嵐	『青空の下、キミのとなり』 嵐	『Dragon Night』 SEKAI NO	『Summer Madness』 三代目 J Soul Brothers	『僕たちは戦わない』 AKB48	『私以外じゃないの』 ガスの極み乙女。	『君がくれた夏』 家入レオ	『トリセツ』 西野カナ
2012年	『真夏のSounds good!』 AKB48	『GIVE ME FIVE!』 AKB48	『ギンガムチェック』 AKB48	『ワイルドアットハート』 嵐	『ハビネス』 AI	『Face Down』 嵐	『UZA』 AKB48	『Your Eyes』 嵐	『やさしくなりたい』 斉藤和義	『上からマリコ』 AKB48
2009年	『イチブトゼンブ』 B'z	『Believe』 嵐	『My Sunshine』 ROCK'A'TRENCH	『虹』 コブクロ	『マイガール』 嵐	『ひまわり』 遊助	『Everything』 嵐	『明日の記憶』 嵐	『愛のままで…』 秋元順子	『Someday』 EXILE

2.2 分析対象音楽ファイルの取得

前項で分析対象となった楽曲について、NoteBurner (Line Music Converter)³を使用して音楽ファイルの取得を行う。出力するファイルの形式はWAV形式とし、ファイルを取得する際のサンプリング周波数は44.1kHzとする。

2.3 ボーカルの特徴分析

ボーカルの特徴分析においては、声道の共鳴特性 (LPC スペクトル) [5] と共振点 (フォルマント周波数) [6] の二つのアプローチで代表値を算出する。

2.3.1 LPC (線形予測分析) スペクトル

LPC とは声道の共鳴特性を数値化する分析手法である。図1は、分析対象楽曲のうち2021年度第1位の『ドライブフラワー』について、周波数応答を計算し、x軸には周波数 (Hz)、y軸には対応する対数振幅 (dB) を設定、そしてそのスペ

クトル包絡を求めてグラフ化したものである。

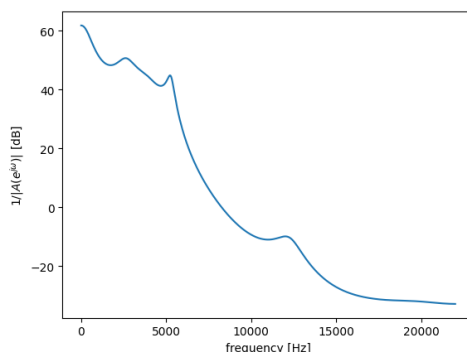


図1 LPC スペクトル (ドライブフラワー)

本研究では、周波数応答の計算によって得られた二つの配列から、Excel のCORREL関数を使用して相関係数を算出し、音声特徴量①として抽出する。参考までに、図1の包絡線の相関係数は-0.95164である。

¹ https://www.billboard-japan.com/charts/year_end/

² <https://www.riaj.or.jp/f/data/index.html>

³ <https://www.noteburner.jp/line-music-converter-for-windows.html>

2.3.2 フォルマント周波数

フォルマント周波数とは、声道の共振が起こる周波数であり、周波数の低いものから順に第1フォルマント周波数 (F1)、第2フォルマント周波数 (F2) …と呼ばれる。フォルマント周波数は声道の形状によって決まり、F1 は開口度と、F2 は舌の位置とそれぞれ対応している[7]。F1 と F2 で、5 母音の音色の区別がほぼ可能となる。下記の配列は『ドライフラワー』のフォルマント周波数を算出したものである。

```
array ([12256.96 , 5275.563 , 2635.9675 , 230.01363 , 3890.7517 ])
```

本研究では、F1 と F2 を音声特微量②として抽出する。上の配列においては、F1=約 230 Hz, F2=約 2636 Hzとなる。

2.4 曲のテンポの特徴分析

音の開始点 (オンセット) からテンポを推定するオンセット分析[8]を用いてテンポとビートを抽出する。本研究ではオンセットの間隔から頻度の極大値を求める。『ドライフラワー』についてオンセット分析を行った結果が図2である。

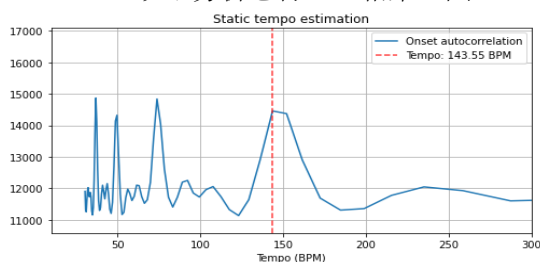


図2 オンセット分析 (ドライフラワー)

本研究では、前述の極大値をテンポ特微量として抽出するため、図2においては、極大値は赤い点線の示す 143.55BPM となる。

表2 クラスタリングの行列モデル

曲名	音声特微量①	音声特微量② (F1)	音声特微量② (F2)	テンポ特微量	歌詞特微量
ドライフラワー(20211)	-0.95163864	230.0136	2635.9675	143.55	0.07069784
...
Someday(200910)	-0.94014416	2988.6943	5125.0513	80.75	0.06385791

【参考文献】

1. 戒野敏浩, 鈴木智博: 感性 J-POP ヒット要因分析, 経営情報学会 全国大会発表大会要旨集, 2010f (0), 72-72, 2010
2. 有澤優佳莉: J-POP のヒット曲の歌詞の差別化, 論文集 2017 年度社会言語学演習研究論集, 13 巻, pp. 51-64
3. 井上恵太, 横山真男: J-POP におけるヒット曲の構造分析, 情報処理学会 第 79 回全国大会講演論文集 2017 (1), 81-82, 2017-03-16
4. 松本留奈, 伊藤貴之: J-POP ボーカルの音高別発声時間の分析と可視化, 画像電子学会研究会講演予稿 21.04 (0), 241-243, 2022
5. Takehiro Moriya, Ryosuke Sugiura, Yutaka Kamamoto, Hirokazu Kameoka and Noboru Harada: Progress in LPC-

2.5 歌詞の特徴分析

Huggingface 社が提供する自然言語処理に特化した深層学習フレームワークである「Huggingface Transformers¹」を用いる。Pipeline() の引数に、タスク種別と入力するテキストを指定して推論を行うモデルである。本研究では、タスクに「sentiment-analysis」を使用することで、歌詞のネガポジ要素の分析を行う。下記は『ドライフラワー』の歌詞を引数に入力し、pipeline を実行した結果である。

```
[{'label': 'negative', 'score': 0.9293021559715271}]
```

この結果は『ドライフラワー』の歌詞が「negative (否定的)」であり、その確信度 (score) が約 92.93%であることを示している。

本研究では、歌詞特微量は、肯定的な確信度に統一して抽出する。『ドライフラワー』においては、モデルが否定的な確信度を示しているため、肯定的な確信度は残りの割合の約 7.07% であり、これを歌詞特微量とする。

2.6 クラスタリング分析

全ての対象楽曲について分析を行い、音声特微量①②、テンポ特微量、歌詞特微量をサンプルとしてクラスタリングを行う。対象楽曲とそれぞれの特微量をまとめた行列モデルが表2である。本稿では、簡素化のため、2021年度第1位の楽曲と2009年度第10位の楽曲のみを表2に示し、その他の楽曲については省略する。クラスタリングに使用するアルゴリズムは x-means とし、メンバー数の多いクラスタを取り上げることで、ヒット曲に共通する特徴やその年代ごとの変遷を明らかにする。

based frequency-domain audio coding, Cambridge University Press, 2016

6. 廣谷定男: 母音のフォルマント分析, 日本音響学会誌, 70 巻 10 号 (2014), pp. 538-544
7. 城生佰太郎(1998), 『日本語音声科学』, 東京バンダイ・ミュージックエンターテインメント
8. 山田昌尚, 松尾章弘, 土江田織枝: リアルタイム発音検出つきメトロノームを用いたリズム練習支援システムの基礎的検討, 教育システム情報学会第 40 回全国大会論文集, 40 巻, pp. 187-188, 2015

Study on Feature Analysis Model of ‘Hit Songs’ Using Machine Learning with Resonance Characteristics and Resonance Points of the Vocal Tract, Tempo of the Music, and Lyric Feature

† Kenta Yoshida, Akira Otsuki

‡ Nihon University

¹ <https://huggingface.co/docs/transformers/index>